

BULLETIN DES SÉANCES
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY
ET DE LA
RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Les Vers de terre en forêt, par E. HENRY, chargé de cours
à l'École des Eaux et Forêts¹.

« Les vers de terre, dit M. Edmond Perrier dans la préface qu'il a faite pour la traduction française du célèbre livre de Darwin sur le *Rôle des vers de terre dans la formation de la terre végétale*, sont extraordinairement nombreux dans les terrains humides et partout où abonde la végétation. N'est-il pas étonnant qu'on ait aussi rarement songé à se préoccuper de l'influence qu'ils peuvent avoir sur les qualités du sol ? » Cette remarque est parfaitement juste et il faut arriver jusqu'à l'année 1837 pour trouver un naturaliste qui comprenne l'importance des vers de terre à ce point de vue.

Dans une petite note sur la *Formation de la terre végétale* présentée par Darwin à la Société géologique de Londres, le célèbre naturaliste appelait l'attention sur l'activité des vers de terre et signalait ce fait, que des fragments d'argile calcinée répandus sur un champ avaient été recouverts peu à peu par des excréments de lombrics. Mais ce n'est qu'en 1877 et 1878 que paraissent sur ce point des études dignes de l'importance du sujet.

C'est en 1877 que le beau mémoire de von Hensen : *Influence*

1. Communication faite à la Société des sciences, le 1^{er} février.

du ver de terre sur la fertilité du sol¹, fut inséré dans la *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. 1877 marque une date importante dans la science des sols ; car c'est aussi dans cette année que Schloësing et Müntz découvrirent la nitromonade, la première bactérie dont la puissante action sur les transformations chimiques du sol eût été nettement démontrée. Les deux grands facteurs de la décomposition des matières organiques et de la formation de la terre végétale, je veux dire les bactéries et les vers de terre, ont été mis en évidence en 1877 et, à partir de ce moment, les études du sol s'engagèrent dans une voie nouvelle et féconde.

Les observations du naturaliste de Kiel ne concernaient que les sols agricoles ; l'année suivante (1878) un autre Danois², le Dr Müller, directeur général des forêts du Danemark, publiait ses premières recherches sur la *formation de l'humus dans les forêts de hêtre en sol de sable ou de lehm* et montrait que l'action des vers de terre n'est pas moins importante dans les sols forestiers que dans les terres cultivées, que la formation de la terre végétale ou terreau, c'est-à-dire le mélange de la matière organique avec les éléments minéraux, était, dans les forêts de hêtre surtout, l'œuvre des vers de terre, lesquels, en outre, en assuraient l'ameublissement par leur travail incessant, tandis qu'il n'y avait ni vers ni insectes dans la tourbe de hêtre. La végétation des hêtres y est lente tandis qu'elle est vigoureuse sur le terreau ; la flore herbacée et arbustive est aussi toute différente.

Mais les travaux de Müller publiés en danois n'eurent guère de retentissement. Ils ne commencèrent à être connus des naturalistes et des forestiers que lorsqu'une édition allemande, augmentée de ses recherches ultérieures et de nombreuses analyses, eut paru en 1887³.

Enfin en 1882 le livre si connu de Darwin, ce livre si riche en expériences ingénieuses et patientes, en observations venues de tous les points du monde, se termine par des conclusions d'une si entraînante logique que personne aujourd'hui ne doute plus du

1. « Die Thätigkeit des Regenwurms (*Lumbricus terrestris* L.) für die Fruchtbarkeit des Erdbodens », par VON HENSEN. (*Zeitschrift*, p. 354-365.)

2. L'annexion du Sleswig-Holstein par la Prusse ayant eu lieu en 1864, von Hensen était né Danois.

3. Les *Annales de la science agronomique française et étrangère* ont donné en 1889 une traduction française de cet important ouvrage.

rôle capital que jouent dans le monde ces humbles animaux qu'on appelle les vers de terre. Malgré les travaux de Müller, Hensen et Darwin et de plusieurs autres naturalistes, il y a encore beaucoup de points obscurs puisqu'on ne connaît même pas la distribution des espèces qui diffèrent suivant les climats, les sols et les milieux, ni les mœurs de la plupart d'entre elles et, si les quelques observations que je viens communiquer à la Société sont bien menues, ce n'est certainement pas la faute du sujet.

Je me suis décidé cependant, parce que, d'abord, je pense que le moindre des faits concernant la biologie des vers de terre a de l'importance pour les sols forestiers dans lesquels ne pénètrent jamais ni la charrue ni la herse, et que les vers seuls sont chargés de labourer, parce que, d'autre part, ces quelques observations pourront en susciter d'autres plus approfondies.

Pour justifier les recherches dont ils peuvent être l'objet, cherchons à préciser quelques-uns des côtés utiles des vers de terre.

1° *Ils hâtent la décomposition des matières organiques, la formation du terreau qu'ils mélangent aux matières minérales du sol pour former la terre végétale.*

C'est un fait bien connu que les vers viennent la nuit chercher les feuilles mortes ou autres débris organiques pour les entraîner à l'entrée de leurs galeries, s'en nourrir et rejeter ensuite leurs excréments sous forme de turricules renfermant les matières organiques non digérées mélangées à de la terre fine. C'est un des moyens que la nature emploie pour former la terre végétale, c'est-à-dire pour opérer le mélange de l'humus superficiel avec la terre minérale sous-jacente.

Cette transformation et ce mélange se font très rapidement. A la surface d'une caisse de 0^m,50 suivant les trois dimensions, remplie de sable pur de verrerie, j'avais étalé un certain nombre de feuilles de tremble ; quelques semaines après, ces feuilles étaient réunies en un tas, fortement entamées et mélangées d'humus ; au-dessous du tas se voyait un trou fait par un ver qui avait creusé presque verticalement sa galerie jusqu'au fond de la caisse où je l'ai recueilli bien vivant. Cette galerie se suivait facilement, grâce à un enduit noir de 2 à 3 millimètres d'épaisseur qui recouvrait les parois et tranchait sur le blanc du sol. Ainsi ce ver, attiré par les feuilles mortes, avait rampé le long des parois de la caisse, était venu dévorer les feuilles et, malgré le milieu très peu favora-

ble, s'y était creusé une retraite pour rester à portée de sa pro-
vende. On sait en effet qu'il y a très peu de vers dans le sable
quartzeux dont les angles vifs éraillent intus et extra leur épiderme
et surtout leur épithélium intestinal. Ils savent, du reste, très bien
se garantir en vidant leur intestin rempli d'humus à divers niveaux
de leur galerie et en tapissant les parois avec cette matière molle
et noire qu'ils appliquent entre les grains de sable grâce aux mou-
vements tournants de leur corps. Si au lieu d'un ver il s'en était
trouvé 4 ou 5, toutes les feuilles étaient converties en humus et
incorporées au sable sur 0^m,50 de profondeur. Dans la galerie où
se tient le ver, on remarque de ci de là sur la paroi de nombreuses
petites masses noires de 2 millimètres de diamètre, qui ne sont
autre chose que les excréments du ver. Car l'analyse microscopi-
que a montré à von Hensen qu'elles sont constituées absolument
comme les résidus intestinaux extraits des vers. Cet enduit noir
provient donc des excréments que le ver dépose à dessein le long
des parois à diverses profondeurs et qu'il étale ensuite par ses
mouvements tournants. Ce qui se passe dans une caisse se passe
dans le sol et ce sont là des faits bien connus, admis par tout le
monde.

2° Non seulement les feuilles mortes sont promptement dilacé-
rées et transformées en humus par les vers de terre, mais encore
*les matières organiques qui ont passé par leur intestin se décom-
posent beaucoup plus vite que celles qui n'ont pas passé par cette
voie.* Ce fait intéressant n'était connu ni de Hensen, ni de Darwin ;
ce sont des expériences récentes de Wollny qui l'ont mis en lumière.

Kostytcheff mit à décomposer dans des capsules de porcelaine
deux lots de feuilles de diverses espèces (chêne, érable, bouleau)
dont l'un avait été rongé par les vers de terre et au bout d'un mois
les deux lots furent placés dans des tubes pour déterminer la quan-
tité d'acide carbonique qui se dégageait dans le même temps.

	Feuilles rongées.	Feuilles non rongées.
Acide carbonique dégagé en 8 jours. .	0,9384	0,8338

D'autres essais faits soit avec des larves de *Sciara*, soit avec
un myriapode, le *Julus terrestris*, donnèrent les mêmes résultats,
c'est-à-dire n'indiquèrent qu'une différence insignifiante.

Mais il en est autrement si l'on opère sur des matières qui ont

passé par le tube digestif des vers. Le suc intestinal des vers est de la même nature que la sécrétion pancréatique des animaux supérieurs et peut, comme elle, émulsionner les graisses, dissoudre les matières albuminoïdes, transformer l'amidon en sucre et même attaquer la cellulose. On peut en conclure *à priori* que les matières organiques absorbées par les vers subissent dans leur passage à travers le tube digestif des transformations chimiques multiples qui les rendent plus facilement décomposables qu'avant. Pour s'en assurer Wollny fit les essais suivants : Premier essai. Une terre calcaire riche en humus fut divisée en deux lots égaux ; l'un fut travaillé 6 mois par les vers de terre, l'autre resta intact.

Dans un deuxième essai Wollny employa de la terre arable riche en humus dont il fit deux portions égales de 1 kilogr. : l'une reçut dix vers de terre ; l'expérience dura 3 mois.

À l'automne les lots furent desséchés au soleil, après qu'on eût enlevé les vers de terre, et analysés aussitôt aux points de vue de l'altérabilité des matières organiques et du taux en principes nutritifs solubles.

Le volume d'acide carbonique contenu dans l'air du sol peut servir à mesurer l'aptitude à la décomposition des matières organiques puisqu'il en est le produit principal. Dans 1,000 volumes d'air du sol il y avait un volume d'acide carbonique de :

	1 ^{er} ESSAI		2 ^e ESSAI	
	avec vers.	sans vers.	avec vers.	sans vers.
A. — Du 7 au 16 novembre . . . (moyenne de 8 dosages).	5,43	3,88	8,04	3,08
B. — Du 19 au 28 novembre . . . (moyenne de 9 dosages).	3,07	2,52	5,61	1,90

Le dégagement d'acide carbonique est donc beaucoup plus intense dans le sol muni de vers que dans celui qui n'en a pas.

Déterminant ensuite les éléments solubles, Wollny a trouvé qu'il y avait eu pour 100 du sol sec :

	Azote total.	Matières minérales solubles.
A. — Sol avec vers de terre. . . .	0,03851	0,08672
Sol sans vers de terre. . . .	0,03251	0,03267
B. — Sol avec vers de terre. . . .	0,01795	0,15338
Sol sans vers de terre. . . .	0,01635	0,03362

Donc si la quantité de matières azotées ne varie pas sensiblement après le passage des vers de terre, il n'en est pas de même des matières minérales solubles qui sont de trois à cinq fois plus abondantes. *La richesse du sol en principes nutritifs assimilables est augmentée par l'action des vers de terre.*

3° Un troisième service que nous devons aux vers de terre (et probablement le plus important) consiste à rendre le sol poreux, perméable, à lui donner cette structure grumeleuse qui permet aux racines, ainsi qu'à l'air et à l'eau dont elles ont besoin, de circuler aisément dans le sol. Ce service est d'autant plus appréciable pour les forestiers qu'ils n'ont pas à leur disposition le riche arsenal d'instruments que les agriculteurs emploient pour amener de force, brutalement pourrait-on dire, cet ameublissement si désirable. Les forestiers en sont réduits aux moyens que leur offre la libre nature et parmi lesquels les vers de terre sont au premier rang ; aussi doivent-ils faire tout leur possible pour favoriser la multiplication de ces humbles mais si utiles laboureurs.

Dans le jardin fouillé par Hensen la moitié environ des anciennes galeries était occupée par des racines de $1/4$ à $1/2$ millimètre de diamètre avec nombreuses ramifications abondamment munies de poils absorbants. « Quand une racine a pénétré dans une galerie, dit Hensen, elle s'allonge dans l'air humide de cette galerie sans rencontrer la moindre résistance et elle y trouve plus qu'il ne lui faut de terre humide, meuble et fertile. On trouverait difficilement des conditions plus favorables pour la croissance des racines des plantes agricoles... Dans les sols compacts, argileux, c'est seulement grâce aux galeries des vers de terre que les racines des plantes annuelles peuvent s'enfoncer profondément. »

M. Wyssotzky, étudiant dans un mémoire récent (1898) l'influence des animaux sur la structure du sol des steppes méridionales russes, exprime la même idée. « Grâce à l'activité des animaux fouisseurs, dit-il, le sol formé d'une argile solide et cimentée est percé en tous sens, soit par de larges galeries dues aux rongeurs (bobacs : *arctomys bobac*) et allant jusqu'à 4 mètres, soit par de plus étroites (5-7 millimètres) mais très nombreuses, ayant parfois 8 mètres de profondeur et produites par de grands vers de terre du genre *Dendrobæna*. Ces dernières galeries surtout sont d'une grande importance pour la végétation ; car les racines s'en servent pour pénétrer dans les zones profondes où elles

peuvent profiter de l'humidité des eaux souterraines. Sans ces galeries les plantes auraient beaucoup plus à souffrir du manque de l'humidité parce qu'elles ne pourraient pénétrer à une telle profondeur à travers cette argile solide. »

D'autre part, le Dr Müller a étudié *l'influence des lombrics sur la végétation des plantes à rhizome, surtout dans les forêts de hêtre*¹ et il est arrivé à conclure que « les vers transforment, par leur buttage incessant à l'aide du terreau meuble et fertile qu'ils produisent, les sols argileux, fermes, compacts, inhabitables pour la grande majorité des tiges souterraines en une station qui convient surtout aux plantes à rhizome ; la couche supérieure des terres fortes présente, grâce aux vers, l'état complètement meuble des sols bien divisés qu'habitent ordinairement les herbes à rhizome, c'est-à-dire les terres légères, siliceuses ou calcaires et les terrains marécageux.

Abstraction faite de leurs galeries de refuge à parois lisses et cimentées qui s'enfoncent dans le sol jusqu'à 1 et 2 mètres, où ils se réfugient pour subir leur engourdissement hivernal sans craindre les gelées, les vers circulent, la nuit surtout, entre les particules de terre pour chercher leur nourriture, élargissant ainsi les anciens pores, en créant de nouveaux, provoquant en un mot l'ameublissement du sol. C'est cette sorte de foisonnement du sol que Wollny a encore cherché à déterminer. Il a rempli d'un sol arable humique et humide, finement tamisé, deux vases cylindriques dans l'un desquels il mit 5 vers de terre. Après avoir égalisé la surface, il saupoudra chaque vase du même sol pour empêcher l'évaporation et la sortie des vers. Au bout de six semaines la terre peuplée de vers, non seulement était complètement mise en grumeaux, mais encore avait augmenté notablement de volume. Celui du sol sans vers de terre était resté de 232 centimètres cubes tandis que celui du sol peuplé de vers était porté à 296 centimètres cubes avec une augmentation absolue de 64 centimètres cubes et une augmentation de 27.5 p. 100. On comprend aisément que les racines, l'air et l'eau pénètrent beaucoup plus aisément dans un sol ainsi travaillé.

J'eus l'occasion, il y a quelques années, de constater avec quelle

1. Copenhague, F. Dreyer, 1894.

rapidité se produirait en forêt, en plein massif, dans des coupes de taillis sous futaie de 30 ans, le durcissement du sol en l'absence des vers de terre. Dans le but de déterminer le poids, la composition et la valeur de la couverture morte, c'est-à-dire de l'unique engrais du sol forestier, aux divers âges des taillis sous futaie, j'enlevai soigneusement toute cette couverture sur une surface de 10 mètres carrés dans des coupes de 5, 10, 20, 30 ans, pour la dessécher, la peser et l'analyser. Quand je revins, l'année d'après, sur les mêmes points, par exemple, dans la coupe de 30 ans des Fourasses de Villers, je fus fort surpris de trouver sur ces 10 mètres carrés le sol aussi dur que l'aire d'une grange, bien que le dôme complet de feuillage ait dû rompre la violence de la pluie. On sentait très bien, les yeux fermés, lorsqu'on se trouvait sur le sol naturel et sur la place ratissée. Les vers n'ayant plus de nourriture avaient émigré et cette grève de quelques mois de nos travailleurs ordinaires avait suffi pour provoquer cette détérioration du sol.

Ce que nous venons de dire suffira sans doute à amener la conviction que le moindre fait nouveau, tel que le suivant, concernant les vers de terre, a de l'intérêt surtout pour les forestiers. C'est du reste tout à fait par hasard, en poursuivant un autre but, que j'ai été amené à m'occuper des vers de terre. Ces surprises arrivent souvent à qui se mêle d'expérience.

Continuant mes recherches sur l'enrichissement des feuilles mortes en azote et voulant me mettre dans des conditions aussi rapprochées que possible de celles de la nature, j'installai le 1^{er} novembre 1897, en pleine forêt, à Bellefontaine, dans l'enclos où se trouve l'évaporomètre, 4 cadres en bois de 0^m,50 sur 0^m,50 renfermant chacun 100 grammes de feuilles de chêne, hêtre, charme, tremble et recouverts d'un filet. 4 autres, garnis de même, furent placés en plein air dans le jardin du brigadier. Le 10 mars 1898, il y avait des trous de ver dans les cadres de l'enclos de l'évaporomètre et plus encore dans ceux placés en plein air. Dès cette époque il ne restait presque plus rien des feuilles de charme. Donc les vers ont travaillé activement pendant l'hiver peu rigoureux, il est vrai, et il a suffi aux vers de ces 5 mois d'hiver pour détruire les 4/5 environ des feuilles de charme. Le 17 juillet, il n'y en avait plus que quelques débris insignifiants, soit sous bois, soit en plein air, tandis que les feuilles de chêne, hêtre, tremble, plus ou moins

rongées, rassemblées en autant de tas qu'il y avait de gros vers (*Lumbricus terrestris*), existaient encore en quantité très notable.

Ceci semblait indiquer que les vers faisaient un choix dans leur nourriture et préféraient nettement les feuilles de charme parmi celles qui leur étaient soumises. Pour m'en assurer je remplis, le 1^{er} août 1898, une caisse avec de la terre du jardin de l'École forestière qui abonde en gros vers, mais qui en avait été débarrassée en l'émiettant et la séchant au soleil sur le bitume. J'y mis 5 gros vers et je disséminai à la surface

50 feuilles de charme pesant (à 100°)	38 ^r , 295
50 feuilles de chêne —	10 , 500
50 feuilles de hêtre —	5 , 120
	188 ^r , 915

Le 5 août déjà, les vers avaient travaillé et, le 7 octobre, soit 66 jours après, on retrouve :

46 feuilles de chêne pesant (à 100°)	78 ^r , 470
45 feuilles de hêtre —	3 , 770
7 feuilles de charme —	0 , 330
	118 ^r , 570

Dans ces 66 jours les 5 vers ont mangé 68^r, 745 de feuilles, soit plus du tiers de la matière organique qui leur a été fournie. Chaque ver a détruit en 2 mois 18^r, 55 de matière organique desséchée à 100°. S'il mange autant pendant 10 mois cela fait 78^r, 75 et, en admettant qu'il y ait dans toute la forêt autant de vers que dans les places en expérience, c'est-à-dire 30 par mètre carré, on arrive au nombre de 300,000 vers à l'hectare consommant 250 kilogr., soit le dixième environ du poids de la couverture annuelle.

Remarquons que ce chiffre doit être un minimum puisqu'on n'a tenu compte que des gros vers. Or, à côté du *Lumbricus terrestris*, il en est une foule de petits qui vivent sous la couverture sans faire de galeries. Cette couverture fait vivre aussi nombre d'insectes parfaits et de larves, de myriapodes, de crustacés, de mollusques, si bien qu'il n'est pas, je crois, exagéré d'admettre que, dans la forêt de Haye, le quart ou le cinquième de la couverture annuelle est, au bout d'un an, transformé en humus par le fait des vers de terre et autres invertébrés.

Il serait, du reste, facile de déterminer exactement cette proportion en disposant de ci de là des cadres d'une surface connue et contenant un poids déterminé de feuilles mortes. En pesant ces feuilles au bout d'un an et en déduisant du poids trouvé la part de la décomposition microbienne et de la lixiviation (qui est déjà connue) on aurait le poids d'humus annuellement formé dans la forêt par les vers de terre.

A la surface d'une autre caisse de même dimension remplie d'un mélange de terre et de tourbe, pourvue aussi de 5 gros vers et recouverte d'une couche de sable pur de 5 centimètres, je diséminai :

50 feuilles de charme pesant 3^{gr},280.

50 feuilles de chêne pesant 11^{gr},650.

50 feuilles de hêtre pesant 5^{gr},140.

2 mois après, il reste 50 feuilles de chêne à peu près intactes (il est vrai qu'elles étaient très coriaces), 48 feuilles de hêtre et seulement 8 feuilles de charme.

Si l'on évalue en poids, on voit que, dans ces deux expériences absolument concordantes, il reste après 2 mois 73 p. 100 des feuilles de hêtre, 71 p. 100 des feuilles de chêne et seulement 10 p. 100 de celles de charme.

Il suit de là que, dans les forêts essentiellement peuplées de chêne, hêtre, charme, comme celles de nos régions, si les feuilles de charme disparaissent dès le printemps qui suit leur chute, ainsi que tous les forestiers le constatent, ce n'est pas du tout parce qu'elles se décomposent plus vite que celles des deux autres essences, c'est parce que les vers de terre les recherchent de préférence et ainsi se trouve expliquée l'apparente contradiction qu'il y avait entre mes recherches sur la décomposition des feuilles mises dans des caisses en zinc et les faits naturels.

Des feuilles de chêne, hêtre, charme, exposées en plein air dans des caisses en zinc sur le toit du laboratoire ont accusé au bout d'un an la même perte de poids. Donc les deux causes autres que les vers de terre qui influent sur la décomposition, c'est-à-dire les bactéries et la lixiviation, se sont exercées avec la même intensité sur les trois sortes de feuilles. C'est le troisième facteur qui amène toute la différence.

En multipliant les expériences on constaterait sans doute des différences analogues dans les destinées des feuilles mortes de nos

principales essences. Ainsi Darwin dit¹ qu'« après de nombreux essais, il était manifeste que les feuilles de cerisier sauvage étaient de beaucoup préférées à celles de tilleul et de coudrier ». Le forestier a grand intérêt à connaître ces préférences puisqu'elles retentissent sur la formation, l'approfondissement et l'ameublissement du sol, donc sur son amélioration qui est un des principaux objets de la science forestière. Il est évident qu'à mérite égal on devra cultiver de préférence les espèces dont les feuilles recherchées par les vers attireront ces animaux et favoriseront ainsi l'ameublissement du sol et la restitution rapide des matières azotées et minérales sous une forme éminemment assimilable. On peut être assuré que les vers afflueront vers leurs mets préférés qu'ils sentent très bien. Ils ont une telle avidité pour les feuilles mortes qu'ils vont à leur recherche même sous l'eau. Des caisses en zinc dont le fond était garni d'une mince couche de sable recouverte de feuilles mortes restèrent pleines d'eau toute une année, et quand je vins les vider en novembre 1899 pour recueillir les feuilles, je fus surpris d'y trouver un grand nombre de vers (40 à 50) dont presque tous étaient morts et plus ou moins décomposés.

Il faut conclure encore de ce que nous venons de voir que les résultats trouvés par les divers auteurs, notamment par les forestiers bavarois sous la direction d'*E. Ebermayer*, relativement à la rapidité de décomposition des diverses couvertures, ne sont valables que pour les régions étudiées; même à conditions égales de sol, de climat et de peuplement ils ne peuvent *de plano* s'appliquer à d'autres localités parce que les vers de terre, qui sont un des facteurs de cette décomposition, n'existent peut-être pas partout dans la même proportion.

On sait que dans les pays chauds l'activité des vers de terre est encore bien plus grande que dans nos régions tempérées. M. Millson a publié dans le *Bulletin* de Kew² des observations fort intéressantes sur le travail des vers dans la Guinée. D'après ses calculs ils rejetteraient à la surface du sol plus de 5 livres de déjections par pied carré et par saison, soit plus de 250,000 kilogr. par hectare ou 25 kilogr. par mètre carré. Quel énorme travail!

En terminant cette communication où je m'excuse d'apporter

1. DARWIN, *Rôle des Vers de terre dans la formation de la terre végétale*, p. 27.

2. Octobre 1890.

si peu d'observations personnelles et dont le but principal est, je le répète, de montrer l'importance du sujet et de provoquer de nouvelles recherches sur bien des points encore obscurs, je ne puis m'empêcher de faire remarquer, à l'honneur de l'enseignement de l'École forestière, que mes prédécesseurs ont su depuis longtemps reconnaître le mérite des vers de terre. Voici en effet ce que dit Darwin aux premières pages¹ de son livre : « M. le Dr King, directeur du jardin botanique à Calcutta, me communique qu'il a trouvé en France, près de Nancy, le sol des forêts de l'État couvert, sur l'étendue de plusieurs hectares, d'une couche spongieuse, composée de feuilles mortes et d'innombrables éjections. »

Le même M. King a entendu le professeur d'aménagement des forêts, faisant une leçon, signaler à ses élèves ce cas comme un « magnifique exemple de culture naturelle du sol ; car, plusieurs années de suite, les matières rejetées en haut couvrent les feuilles mortes, d'où il résulte un riche humus de grande épaisseur ».

Double coloration par le violet neutre, par M. GODFRIN².

Ayant essayé un certain nombre de matières colorantes artificielles sur des membranes cellulaires de composition chimique variée, je remarquai que le violet neutre de Casella donnait sur les coupes d'organes des doubles colorations susceptibles d'un emploi pratique en histologie. Les nombreuses expériences que j'ai ensuite répétées m'ont confirmé dans cette première idée et m'engagent à publier les faits suivants.

Il est d'abord nécessaire d'indiquer l'action sur les divers constituants de membranes du colorant ci-dessus. J'ai pris pour guide dans le choix de ces substances le travail bien connu de Mangin³ et c'est sur la cellulose, la callose, les matières pectiques, le ligneux, la cutine et la subérine que j'ai recherché les affinités du violet neutre. Mais comme il est démontré que ces substances peuvent varier dans leurs propriétés et offrir des réactions colorées différentes suivant la plante et l'organe où on les considère, il est de

1. Page 4.

2. Communication faite à la Société des sciences, le 1^{er} février.

3. L. MANGIN, « Sur un Essai de classification des mucilages ». (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1894, session extraordinaire en Suisse, p. XL.)

toute nécessité, pour arriver à des résultats comparables, de désigner exactement quelle est la membrane qui a servi aux essais. C'est ainsi que j'ai adopté comme type de la cellulose la fibre de coton débarrassée de composés pectiques par le traitement approprié¹, des matières pectiques les cellules mucilagineuses de la racine de guimauve, de la callose le cal du liber de la vigne, du ligneux le bois de la même plante; j'ai pris la cutine à la surface de la feuille de houx; enfin le suber a été emprunté au liège à bouchon. Avec le violet neutre les membranes ci-dessus se sont teintées: les composés pectiques en rouge brun, le ligneux et le suber en violet foncé (n° 46, *atro-violaceus*, de la Chromotaxie de Saccardo); le coton et la cutine sont demeurés incolores.

La propriété essentielle du violet neutre est donc de colorer différemment les deux composants principaux des tissus: les corps pectiques, constituant presque exclusivement les parenchymes mous et le ligneux. C'est déjà là un avantage remarquable que possède ce colorant; cependant, grâce à ses affinités spéciales et par quelques considérations anatomiques élémentaires, il peut encore permettre de caractériser d'autres tissus. Par exemple la cutine à cause de son indifférence totale à l'égard du réactif, reste incolore, hyaline et se reconnaît clairement sur la coupe, pourvu que celle-ci soit suffisamment mince et dirigée normalement à la surface de l'organe. Il en sera de même de la callose, demeurée également incolore, mais qui, au lieu de recouvrir l'organe, est au contraire intérieure, faisant partie du tissu libérien. Le suber, qui se teint en violet comme le bois, s'en distinguera par la place qu'il occupe parmi les systèmes de tissus et aussi par la disposition serrée de ses éléments lorsqu'il constitue le périderme. Enfin, il est à peine besoin d'ajouter que les plissements subéreux de certains endodermes prendront la teinte violette et se caractériseront sans hésitation.

En résumé la cutine, la callose, le parenchyme non lignifié, le ligneux, le liège, les plissements endodermiques peuvent être reconnus sur une coupe par l'emploi unique de ce réactif.

Le mode opératoire est des plus simples. On se sert de solutions étendues dans l'eau distillée; les dilutions au $\frac{1}{10,000}$ suffi-

1. L. MANGIN, « Recherches sur les Composés pectiques ». (*Journal de botanique*, 1893, p. 338.)

sent ; les coupes s'y teignent en trois à cinq minutes. Des liqueurs un peu plus concentrées, au $\frac{1}{5,000}$ par exemple, agissent plus rapidement et sont quelquefois par là préférables. Ces indications de temps, un peu trop générales, ne peuvent convenir à tous les cas ni à tous les buts que se propose l'observateur ; l'expérience personnelle de celui-ci suppléera à ce que ces notions ont forcément d'insuffisant et d'approximatif. Le colorant se conserve indéfiniment en solution aqueuse ; cependant, comme il se décompose et devient brun en présence des alcalis, on devra s'assurer que la liqueur est plutôt légèrement acide. Les coupes ne se décolorent pas dans l'eau, dans l'eau glycinée ni dans le baume du Canada. J'en possède qui, montées dans ce milieu depuis trois ans, ne se sont nullement altérées. Dans l'alcool les préparations se décolorent en quelques heures ; mais ce n'est pas là un inconvénient sérieux, car on ne monte jamais dans ce liquide et la décoloration est assez tardive pour permettre et au delà d'opérer la déshydratation.

En résumé le violet neutre nous offre un colorant agissant rapidement, par des procédés opératoires très simples et permettant de discerner quatre ou cinq systèmes de tissus. Certes, lorsqu'on voudra déterminer rigoureusement la nature d'une membrane cellulaire donnée, il vaudra mieux s'adresser à des produits à affinité unique ; mais je demeure persuadé que celui que je propose peut être d'une grande utilité lorsqu'il importe de faire saisir la séparation et la distribution des tissus à des personnes non encore familiarisées avec l'anatomie.

M. MAILLARD fait observer que la communication de M. Godfrin, outre l'intérêt qu'elle présente pour mettre en évidence les structures végétales, n'est peut-être pas dénuée de signification au point de vue de la localisation des principes chimiques. Les trois substances citées par M. Godfrin comme prenant la coloration au violet neutre, c'est-à-dire le bois, le suber et les matières pectiques, sont en effet composées, sinon en totalité, du moins, en grande partie, de *pentosanes* donnant par hydrolyse des pentoses, surtout du xylose. Au contraire la cellulose de coton est formée d'*hexosanes* donnant par hydrolyse des hexoses (en l'espèce du glucose *d*). La callose et la cutine ne contiennent pas non plus de pentosanes. L'étude de la réaction, continuée dans ce

sens, conduirait peut-être à des résultats intéressants et à des applications commodes pour la recherche des pentosanes dans les tissus végétaux.

Cancer et tumeurs végétales, par M. Paul VUILLEMIN¹.

I. — HISTORIQUE DE LA QUESTION DE LA TRANSMISSION DU CANCER DES ARBRES A L'HOMME.

Les végétaux sont sujets, comme l'homme et l'animal, à des tumeurs envahissantes, susceptibles de se compliquer d'ulcération et de nécrose et de mettre en danger la vie de l'individu.

Longtemps l'origine des tumeurs végétales fut aussi obscure que celle des tumeurs malignes de l'homme. Aujourd'hui même on en citerait plus d'une dont la genèse n'est pas clairement expliquée. A cette époque où les notions étiologiques précises faisaient défaut, les maladies des plantes, comme celles de l'homme, échappaient à une classification rationnelle; elles étaient groupées d'après les apparences les plus superficielles.

L'organisme, homme ou végétal, qui s'épuise à produire des bourgeons ou des bourrelets de tissus, sans cesse détruits, sans cesse renaissants, sans parvenir à assouvir la faim du génie morbide, faisait songer à un animal famélique, invisible, logé dans son sein. Cet animal fantastique a été comparé par l'imagination épouvantée de nos pères à un crustacé; c'est le *cancer*, c'est le *chancre* rongeur, le second vocable n'étant que l'équivalent français du premier. Ces deux noms ont été appliqués indifféremment aux tumeurs ulcérées des arbres et aux tumeurs malignes des animaux et de l'homme.

La comparaison entre les tumeurs de l'homme et de la plante est d'ordre absolument banal; elle est aussi vieille que la nécessité d'observer la nature. Nous en trouverions aisément des traces dans les écrits des anciens: Harvey, le grand physiologiste anglais, dont le nom reste attaché à la découverte de la circulation du sang, comparait, en 1651, les tumeurs de l'homme aux productions parasites que l'on rencontre dans le règne végétal. Linné cite le cancer parmi les maladies qui marquent l'analogie entre la vie des plantes et celle des animaux.

1. Communication faite à la séance plénière du 15 février.

Jusqu'ici pourtant, ce rapprochement restait vague comme toutes les figures d'un langage imagé; il n'éveillait pas plus l'idée d'un mécanisme pathogénique commun aux plantes et à l'homme que le mot d'ictère n'évoque une perturbation dans les fonctions du foie quand il s'applique à la vigne.

Mais voici qu'un médecin connu, le Dr Fiessinger, correspondant de l'Académie de médecine, vient affirmer que le cancer humain et le cancer des arbres sont l'œuvre d'un même parasite, que la tumeur maligne procède de la lésion végétale ¹.

Depuis dix ans, la répartition topographique des cancers l'avait amené à supposer que leur agent provient des plantes. Les statistiques établissaient leur fréquence prépondérante dans les habitations isolées, au voisinage des cours d'eau ou des bois, chez les individus vivant en pleine forêt, chez les douaniers, les forestiers, les jardiniers. Aussi, dit-il, « je recommandais à mes malades de se méfier des salades, des fruits non pelés..., de ne pas abuser des déjeuners sur l'herbe. Un arbre chancreux pouvait ombrager le repas. »

Les statistiques sont sujettes à caution; l'une renverse ce que l'autre a bâti. Celles de M. Fiessinger ne paraissent pas avoir communiqué aux lecteurs la conviction de leur auteur. Il n'était pas superflu de les renforcer par d'autres analogies.

Ces analogies nouvelles sont détaillées par M. Léon Noël ², dans une thèse que le Dr Fiessinger a inspirée et dont il réclame toute la responsabilité. A la lecture de cette thèse, très amusante malgré la gravité du sujet, on a peine à se défendre de l'idée que l'auteur l'a écrite avec des intentions ironiques à l'adresse de la théorie qu'il est censé défendre. Aussi me semble-t-il préférable de citer M. Fiessinger lui-même.

Chez l'arbre comme chez l'homme, l'influence de l'âge avancé se ferait sentir sur la production des tumeurs. Sur ce point je ne suis pas d'accord avec l'auteur, car les chancres des Conifères, ceux que M. Fiessinger a spécialement en vue, ravagent les jeunes fourrés et même les pépinières. Cela est vrai des chancres dus

1. C. FIESSINGER, « Le cancer des arbres et le cancer des hommes ». Avec mention des articles antérieurs. (*Gazette des cliniques*, novembre 1899.)

2. L. NOËL, *Sur la topographie et la contagion du cancer. — Chancres ou cancer des arbres. — Cancer des hommes.* (Thèse méd. Paris, 1897.)

aux champignons (Pézizes ou Nectries) comme des tumeurs causées par les Bactéries, par les Acariens ou par de simples coups de grêle.

« La marche, l'aspect général de la tumeur végétale sont ceux du cancer humain. Dans le cancer du sapin, le tissu ligneux bourgeonne, l'écorce tombe, une surface mamelonnée envahit circulairement le tronc, le pénètre en profondeur, le rend friable, amène la dénutrition progressive du végétal et sa mort habituelle. » Ces descriptions n'indiquent que les ressemblances générales depuis longtemps affirmées par le langage vulgaire et, en les analysant, montrent combien elles sont superficielles.

Nous ne rappellerons que pour mémoire la plaisante analogie signalée par M. Noël entre les choux et les cancéreux, parce qu'elle a sans doute inspiré aux expérimentateurs dont nous parlerons plus tard, l'idée d'employer les tiges de chou pour cultiver le parasite qu'ils considèrent comme l'agent du cancer. Ayant appris, par un Mémoire du D^r Eifer, que les choux sont sujets à une maladie nommée hernie, causée par le *Plasmodiophora Brassicæ* et caractérisée par des tumeurs, il remarque que les choux pourris à la suite de la hernie, répandent une odeur épouvantable et il ajoute : « Cette complication rappelle celle qui survient dans les cancers suppurés de l'homme. » Nous nous plaisons à croire que M. Noël n'a jamais eu l'occasion d'apprécier le parfum des choux pourris sans l'intervention des *Plasmodiophora*, car il ne le distinguerait pas des odeurs épouvantables et n'attribuerait pas à un parasite qui, d'ailleurs, ne ressemble nullement à ceux qui vivent dans les tissus cancéreux, les gaz dégagés par la décomposition des produits sulfurés des Crucifères.

A la citation précédente, M. Fiessinger ajoute : « La thérapeutique est la même : section des branches malades, ablation des tumeurs malignes de l'homme. Les arboriculteurs revêtent de plusieurs couches de goudron les surfaces dénudées du végétal après section des parties chancreuses. Les indigènes de l'Algérie traitent les sarcomes dont ils sont atteints par des applications externes de goudron. » Il serait superflu de commenter ces analogies. Le chirurgien ampute autre chose que les cancers, le jardinier taille autre chose que les branches chancreuses. Quant à l'emploi du goudron en horticulture, il ne faut pas y voir un procédé curatif, mais une mesure préventive pour empêcher la péné-

tration des germes de maladie ou de putréfaction sur les surfaces de section des arbres vivants, sains ou malades, comme sur les simples échalas ou les pieux fichés en terre.

Laissons ces analogies grossières pour chercher des preuves de la transmission des tumeurs du végétal à l'homme. M. Fiessinger a vu un épithélioma apparaître à la lèvre d'un jardinier qui s'était blessé en élaquant un pommier chancreux. Mais que vaut cet exemple isolé, puisque le même résultat est produit, de l'aveu de l'auteur, par une piqure de ronce ou par tout autre traumatisme dû à un agent du règne végétal. L'arbre chancreux, à ce compte, ne serait pas plus redoutable qu'une plante quelconque. La spécificité du parasite des pommiers inoculé par la serpe du jardinier n'est pas moins controuvée par ce fait, que le cancer résulterait de la fréquentation des Conifères qui ne nourrissent pas la même espèce de *Nectria* que les arbres feuillus.

M. Noël a voulu remonter à la cause en recherchant l'agent capable de causer à la fois les tumeurs malignes de l'homme et les tumeurs végétales. Il s'est enquis, dans les publications de R. Hartig, des caractères des chancres des arbres et de leurs parasites. Malheureusement il a mal lu et, au lieu de *Conidies*, il s'est égaré à la recherche des *Coccidies*. Il n'a « rien trouvé sur les coccidies des tumeurs végétales approchant de ce qui a été décrit pour les tumeurs humaines ». Cela ne nous surprend pas. Aussi s'en tient-il à cette conclusion, superbe de candeur ou de malice : ces obscurités histologiques ont au moins l'avantage jusqu'aujourd'hui de ne pas établir une démarcation tranchée séparant les tumeurs végétales des tumeurs animales. On aurait pu répliquer que ces obscurités histologiques étaient passablement éclaircies en ce qui concerne la structure des tumeurs végétales et de leurs parasites, du moins quand on y cherche autre chose que des coccidies. Mais il est vrai qu'une ignorance égale des deux termes de la comparaison les place au même niveau.

Ainsi donc, malgré tant d'analogies trouvées par MM. Fiessinger et Noël entre les tumeurs de l'homme et des végétaux, la preuve décisive manquait pour les rattacher à une cause unique. Cette preuve décisive, M. Fiessinger croit enfin la tenir ; il la voit complète, lumineuse dans les résultats des travaux de M. Bra, résultats confirmés par M. Chevalier avec la garantie du professeur Pouchet, et par M. Plimmer.

Tout d'abord nous mettrons M. Plimmer¹ hors de cause, car le parasite qu'il a isolé de certains cancers ne se développe bien qu'en anaérobie, contrairement au champignon de M. Bra, et, loin de l'assimiler aux parasites des tumeurs végétales, l'auteur anglais réserve la question de ses affinités botaniques.

Les travaux de M. Chevalier² sont une simple répétition de ceux de M. Bra ; ils ne nous apprennent rien de nouveau sur la question.

M. Bra, dont les recherches doivent seules nous arrêter, a d'abord³ décrit un champignon isolé des tumeurs cancéreuses. Dans une note plus étendue⁴, il nous fait seulement pressentir ses études comparatives en signalant des conditions analogues de l'apparition des matières colorantes dans le parasite du cancer et dans certains *Nectria* parasites des chancres des arbres. Puis il traite spécialement cette question dans une communication présentée à l'Académie des sciences⁵ le 10 juillet 1899. « Le but de cette note, dit-il, est, *non de tenter une identification, que des différences* de coloration dans les cultures observées sur quelques milieux solides végétaux *suffiraient à nous interdire*, mais uniquement de démontrer que les deux formes typiques existant dans les tumeurs et cultures du champignon parasite du cancer humain se rencontrent dans une affection du règne végétal qui présente un grand nombre des caractères assignés aux tumeurs malignes des Vertébrés. » Ces deux formes typiques, quelles sont-elles ? Des filaments et des sphérules, une forme mycélienne et une forme globuleuse, deux formes communes aux champignons les plus divers, auxquelles on ne saurait assigner une valeur spécifique. L'identification est interdite, M. Bra le dit formellement. Le seul point qu'il affirme, c'est l'existence d'un champignon dans les

1. H. G. PLIMMER, « Note préliminaire sur certains organismes isolés du cancer et leurs effets pathogéniques sur les animaux » (en anglais : *Lancet*, 25 mars 1899 ; — en allemand : *Centralblatt für Bakteriologie*, 15 juin 1899 ; — en français : *Revue générale des sciences*, 30 septembre 1899.)

2. J. CHEVALIER, « Sur un champignon parasite dans les affections cancéreuses ». (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 23 mai 1899 et 12 juin 1899.) — *Le cancer, maladie parasitaire*. (Thèse de Paris, 25 juillet 1899.)

3. BRA, « D'un champignon parasite du cancer ». (*Comptes rendus de la Soc. de biologie*, 12 nov. 1898.)

4. BRA, « Le champignon parasite du cancer ». (*La Presse médicale*, 23 févr. 1899.)

5. BRA, « Cultures de *Nectria*, parasite des chancres des arbres. Analogie de ces cultures avec celles du champignon parasite du cancer humain. » (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 10 juillet 1899.)

deux cas, d'un champignon végétant, soit sous forme de filaments, soit sous forme de globules. Il trouve en outre dans l'intérieur des éléments des deux champignons des granulations qu'il nomme des spores et dont nous examinerons plus loin la nature ; mais jamais le champignon d'origine humaine n'a fourni les organes reproducteurs caractéristiques du genre *Nectria*.

M. Bra n'a rien publié de plus. M. Fiessinger s'appuie donc sur des résultats inédits, en contradiction avec ceux qui ont été publiés. Effectivement les dernières expériences de M. Bra ont modifié son opinion primitive et, d'après plusieurs lettres où il m'a très obligeamment mis au courant de ses recherches, il partage aujourd'hui les idées de M. Fiessinger ; l'identification des deux espèces qu'il étudie lui semble possible.

Avant de discuter la signification des faits décrits par M. Bra et l'interprétation qu'il donne de ses expériences, je tiens à rendre hommage à l'empressement qu'il a mis à me fournir le moyen de contrôler ses conclusions et à le remercier de m'avoir généreusement procuré les éléments du débat. Je lui dois en effet une culture vivante du champignon qu'il a isolé du cancer et que j'ai, depuis sept mois, propagée sur les milieux les plus variés. M. Bra m'a également communiqué les préparations des tissus des animaux inoculés, et des cultures qu'il a faites, soit avec son champignon, soit avec le *Nectria ditissima*. C'est dire que M. Bra cherche la lumière et il me saura gré, j'en suis certain, d'exposer franchement ma pensée, malgré les divergences d'opinion qui peuvent exister entre nous sur la question litigieuse.

Les preuves de l'identité de l'agent du cancer et de l'agent du chancre végétal sont exposées par M. Fiessinger avec tant de netteté que je les transcrirai textuellement pour poser clairement la question.

1° M. Bra, après avoir isolé un champignon du cancer « est arrivé, ces mois-ci, à marquer la place de cet organisme et à l'identifier avec le *Nectria ditissima* qui provoque le cancer des arbres ;

2° « Ses expériences semblent concluantes. Il inocule, dans la forêt de Meudon, des arbres avec la culture du parasite humain. Les arbres deviennent chancreux ;

3° « D'autre part, l'inoculation à des animaux du champignon qui crée le chancre végétal (*Nectria ditissima*) entraîne sur ces

derniers le développement d'ulcères, sarcomes, carcinomes très différenciés. »

Nous nous trouvons en présence d'affirmations très nettes : identité des parasites de l'homme et de l'arbre ; tumeurs malignes de formes diverses produites chez l'animal par le champignon d'origine végétale ; chancres des arbres produits par le champignon d'origine humaine. Et pour leur donner plus de poids, M. Fiessinger ajoute que le professeur Pouchet lui a assuré la réalité des résultats annoncés, vérifiés dans son laboratoire par M. Chevalier.

Ces affirmations ont trouvé un écho dans la presse ; l'autorité de publicistes écoutés les a revêtues, aux yeux du public, d'une nouvelle garantie d'authenticité. Le Dr Cartaz, dans *la Nature*¹, donne comme démontrées les idées de M. Fiessinger. Cette vulgarisation me semble prématurée ; le sujet est grave et tous les termes du problème doivent être pesés avant de répandre une solution parmi les personnes qui n'ont pas le moyen de la contrôler.

La solution du problème doit reposer sur la concordance de trois ordres de preuves : les faits à vérifier se rapportent à la pathologie humaine et animale, à la pathologie végétale et à la botanique.

La pathologie de l'homme et des animaux nous apprendra la nature de trois groupes de tumeurs : 1^o des tumeurs d'où M. Bra a isolé le parasite considéré comme agent du cancer ; 2^o des tumeurs produites chez l'animal par l'inoculation de ce parasite ; 3^o de celles qui résultent de l'injection des cultures du *Nectria ditissima*. Il faut tout au moins démontrer que toutes ces tumeurs sont de même nature.

La pathologie végétale nous montrera si les chancres formés sur les arbres à la suite de l'inoculation des cultures d'origine humaine présentent les mêmes caractères que les chancres produits par l'invasion naturelle du *Nectria ditissima*, si ces caractères leur sont propres et distinguent les chancres de *Nectria* de toute autre lésion.

La botanique devra démontrer que le parasite humain possède les caractères spécifiques du parasite des arbres.

1. A. CARTAZ, « Le parasite du cancer ». (*La Nature*, 27^e année, 1899, 1^{er} semestre, p. 354.) — « Le cancer animal et végétal ». (*La Nature*, 27^e année, 1899, 2^e semestre, p. 411.)

Tant que ce faisceau de preuves ne sera pas réuni, on n'aura pas le droit de dire que les tumeurs malignes de l'homme proviennent d'un agent vivant sur les arbres. Transformer la lutte contre le cancer en une lutte contre un champignon peut-être inoffensif, ce serait égarer l'opinion, détourner le public des précautions utiles, les médecins des études propres à éclairer l'étiologie et la prophylaxie du cancer. Nous allons donc examiner successivement les résultats de ces trois ordres de recherches.

II. — EXAMEN DES PREUVES PATHOLOGIQUES.

« Dans les cultures d'un grand nombre de néoplasmes divers, carcinomes de l'ovaire, épithéliomas de la langue, carcinomes du sein, sarcomes du maxillaire, carcinomes de la glande parotide, épithéliomas du col utérin, carcinomes du corps de l'utérus, cancer du rectum, nous sommes arrivé à isoler régulièrement un champignon. » Ainsi s'exprime M. Bra au début de son travail. Il résulte de ce préambule que les carcinomes, les sarcomes, les épithéliomas fournissent le même parasite. M. Fiessinger, d'après les renseignements recueillis de la bouche de M. Bra, nous dit : « Quatorze fois sur vingt, les cancers du corps humain sont fertiles. »

Ce parasite, commun aux diverses tumeurs malignes de l'homme, est pathogène pour les animaux. « A la suite de l'inoculation de nos cultures aux animaux, conclut M. Bra, on observe toute une gamme allant de l'inflammation aiguë ou chronique et de la sclérose jusqu'au fibro-sarcome et au carcinome inclusivement... Les ensemencements de ces tumeurs expérimentales donnent régulièrement, comme ceux des tumeurs humaines, des cultures du parasite. » Peu de temps après, M. Chevalier annonce qu'il a donné aux cobayes, aux lapins et aux chiens, des tumeurs formées d'un tissu analogue, tantôt au sarcome, tantôt au carcinome, en leur inoculant sous la peau des cultures d'un champignon identique à celui de M. Bra. Je n'ai pas à apprécier ces résultats dont le contrôle n'est pas à ma portée. Je me borne à les enregistrer.

L'action du *Nectria ditissima* sur les animaux est-elle la même que celle du parasite de provenance humaine ? Son inoculation, au dire de M. Fiessinger, « entraîne sur ces derniers le développement d'ulcères, sarcomes, carcinomes très différenciés. » Cette

assertion ne résulte pas des textes imprimés de M. Bra, qui parle seulement d'ulcères de l'estomac chez les lapins qui avaient mangé des cultures. Consulté à ce sujet, M. Bra me répond, par lettre du 27 décembre dernier : « J'ai en effet obtenu des tumeurs. »

C'est aux anatomo-pathologistes à préciser le degré d'analogie entre ces tumeurs et les fibro-sarcomes et carcinomes obtenus précédemment, entre les uns et les autres et les tumeurs malignes de l'homme ; les données actuelles échappent à la critique par leur manque de précision.

Les parasites d'origine humaine et d'origine végétale offrent encore une autre analogie invoquée par M. Bra en ces termes : « La culture du champignon du cancer humain, filtrée à la bougie, tue à raison de 15 à 20 gr. par kilogramme d'animal en injections intra-veineuses. Filtrée sur porcelaine et chauffée, elle tue à raison de 30 à 35 gr. par kilogramme. La toxine du champignon des arbres tue à des doses un peu plus élevées. » Supposons qu'il faille 25 gr. de culture non chauffée, la dose mortelle pour un homme du poids de 60 kilogrammes serait d'un litre et demi injecté dans les veines. On conviendra que c'est une toxine peu active et que sa spécificité est peu probable.

La question de pathologie humaine et animale n'est donc pas encore résolue et nous faisons toutes réserves sur les preuves qu'on en voudrait tirer pour identifier le parasite du cancer au *Nectria ditissima* des arbres chancreux.

III. — EXAMEN DES PREUVES PHYTOPATHOLOGIQUES.

Avec des cultures du parasite isolé du cancer de l'homme, M. Bra, aidé de M. H. Chaussé, a inoculé des arbres dans la forêt de Meudon. « Six mois après, des chancres apparaissent sur le frêne, le merisier, l'érable, le sycomore. Un orme est atteint de cancérose généralisée, une vingtaine de chancres crèvent l'écorce. Lesensemencements de ces tumeurs donnent des cultures. »

Les cultures provenant de ces tumeurs végétales provoquées ne sont pas décrites. Nous ne savons donc pas si elles étaient identiques aux cultures originelles du champignon inoculé ; cette identité serait d'ailleurs difficile à démontrer, car les divers caractères obtenus par M. Bra avec le champignon humain ne sont pas spécifiques.

M. Bra invoque la découverte de parasites globuleux décelés dans les coupes de cancer des arbres, comme dans les coupes de cancer humain par la méthode de Gram. Mais la méthode de Gram ne saurait s'appliquer à l'étude des tissus végétaux comme à celle des Bactéries. Elle consiste en effet dans l'application successive d'une couleur violette d'aniline et d'une solution iodée suivie d'une décoloration partielle à l'alcool. Or l'amidon qui abonde dans les coupes de tumeurs végétales prend par l'iode la coloration bleue ou violacée que les couleurs d'aniline donnent à certains microbes. Les globules colorés par la méthode de Gram et considérés par M. Bra comme des parasites colorés à l'aniline sont apparemment des grains d'amidon colorés par l'iode. L'absence de tout détail sur la structure de ces corpuscules ne nous permet pas d'envisager une autre explication.

Toutes les preuves de l'action du parasite inoculé doivent donc être tirées des conditions mêmes du développement des tumeurs et de la structure.

Le développement des tumeurs ne paraît pas avoir été suivi. Un jour on a pratiqué les inoculations, c'est-à-dire qu'on a fait une blessure et qu'on a souillé la plaie avec des corps étrangers qui en ont entravé la cicatrisation régulière. Six mois plus tard on a constaté des chancres sur les arbres inoculés. Est-on en droit d'attribuer leur production aux propriétés spécifiques du champignon qui a souillé la plaie au début plutôt qu'aux agents multiples qui ont pu la compliquer, puisqu'on l'avait abandonné en pleine forêt aux injures de l'air et à la contamination des germes prêts à infecter toutes les plaies béantes.

Ceci nous conduit à envisager les causes multiples qui peuvent provoquer la formation des tumeurs végétales. Remarquons au préalable la prédisposition des essences inoculées par MM. Bra et Chaussé, à produire des excroissances chancriformes aux points lésés sans l'intervention du *Nectria ditissima*. Les tumeurs du frêne sont l'œuvre habituelle du *Bacillus Olee*. J'ai démontré que son introducteur le plus fréquent est un champignon, le *Chaetophoma oleacina*, que j'ai rencontré sur des frênes de Nancy, sur des échantillons qui m'avaient été envoyés de Darmstadt par le Dr Fr. Noack, aussi bien que sur les oliviers tuberculeux de Toulon. Il est possible que d'autres champignons facilitent la pénétration de ce redoutable ennemi des Oléacées. Les plaies du me-

risier sont très souvent le point de départ d'une dégénérescence gommeuse et d'une invasion de champignons, tels que le *Coryneum Beijerincki* qui amène le développement de tumeurs volumineuses. La blessure des troncs d'orme s'accompagne d'écoulements muqueux qui servent d'aliment aux parasites les plus divers. L'érable et le sycomore offrent à l'égard des actions extérieures une si grande sensibilité, que la présence d'un simple rameau tué par la gelée suffit pour faire naître autour de lui un véritable chancre.

Rien de plus variable que les causes des tumeurs végétales. En dehors des chancres de gelée, la greffe, la taille et bien d'autres actions mécaniques font apparaître des bourrelets tuméfiés et anfractueux. J'ai observé un renflement gros comme le poing sur une petite tige de *Tecoma radicans* enroulée autour d'une brindille sèche.

L'intérêt de ces influences physiques ou mécaniques s'efface devant l'importance du parasitisme.

Nous connaissons des tumeurs d'origine animale, par exemple les bosselures multiples produites sur le pommier par le puceron lanigère, les déformations botryoïdes des inflorescences de frêne attaquées par le *Phytoptus Frazeri*, les nodosités des racines les plus diverses envahies par l'*Heterodera radicolola*. Insectes, acariens, vers travaillent à l'envi à provoquer les tumeurs végétales.

Les renflements du pin d'Alep, la tuberculose de l'olivier, le chancre du frêne sont surtout l'œuvre des Bactéries.

La lèpre de la betterave, la déformation botryoïde des jeunes coquelicots sont produites par des Chytridinées.

Aux Myxomycètes se rattache la hernie du chou, dont il a été question plus haut.

Enfin, sans parler des Urédinées et des Ustilaginées, les champignons capables de provoquer des excroissances sont légion. Les représentants supérieurs du groupe n'échappent pas à l'action déformante des champignons de petite taille. Un *Boletus granulatus* envahi par le *Sejdedonium chrysospermum* est réduit à une masse spongieuse ; des *Clitocyle*, des *Tricholoma*, des *Armillaria* attaqués par le *Mycogone rosea* sont transformés en une masse semblable à une boule ou à une corne de bétail. Le corps tout entier du champignon pénétré par un autre champignon n'est plus qu'une tumeur en butte au ramollissement bactérien.

Pour nous limiter aux champignons parasites des chancres des arbres, plusieurs espèces sont en cause. Les conifères sont à l'abri des attaques du *Nectria ditissima*, mais sont sujettes à l'invasion du *Nectria cucurbitula*. Toute une série de Pézizes trouve une proie spéciale dans les diverses essences résineuses, je citerai notamment le *Trichoscypha Willkommi* des chancres du mélèze, le *Trichoscypha calyciformis* que j'ai trouvé sur un énorme renflement d'un fin rameau d'*Abies pectinata*¹.

Parmi cette foule d'agents des tumeurs végétales, dont j'ai seulement énuméré les principaux groupes, un seul a été assimilé au parasite du cancer. D'où lui vient ce privilège ? Il le doit simplement à sa plus grande notoriété, à l'importance des dégâts qu'il cause, peut-être à sa couleur, car ses fructifications sont rouges et le parasite de M. Bra a une nuance analogue. Mais nous ne pouvons nous contenter de ces raisons de sentiment.

Parmi les tumeurs végétales en est-il qui ressemblent plus que d'autres aux cancers humains ?

Le nombre des caractères sur lesquels peut porter la comparaison est limité par la constitution différente des organismes animaux et végétaux. Les métastases néoplasiques, où les seuls éléments actifs, proliférants sont les cellules venues du foyer initial ne peuvent pas exister chez des êtres dépourvus d'appareil circulatoire et de leucocytes mobiles. Si l'on fait des métastases la caractéristique de la tumeur maligne, la condition du cancer, il est clair que, par définition, le cancer n'existe pas dans le règne végétal. Mais cela ne veut pas dire que le parasite capable de causer le cancer ne soit pas susceptible de causer, chez les plantes, des lésions analogues au cancer à d'autres points de vue. Chez l'homme lui-même, un seul agent produit des affections diverses selon les tissus dont il provoque la réaction. Le seul pneumocoque peut travailler à la production d'une pneumonie, d'une arthrite, d'une septicémie, selon les cas : un même champignon produira une teigne, une onychomycose, un herpès. Il n'est donc pas contradictoire de supposer que le parasite qui donne le cancer à l'homme fasse naître des tumeurs chez les plantes.

Les analogies, qui font défaut au point de vue de la marche et

1. Des spécimens de ces diverses tumeurs végétales sont mis sous les yeux de la Société.

de l'extension à distance, seront cherchées dans la structure. Dans toutes les tumeurs végétales on trouve de la multiplication cellulaire, de l'hyperplasie. Dans le néoplasme, tel tissu peut avoir la prépondérance : ici le tissu parenchymateux, là le tissu ligneux. Nous trouverons aussi de l'hypertrophie cellulaire, réalisée suivant deux procédés principaux. Dans le coquelicot attaqué par un *Olpidium*, la cellule envahie devient énorme et le diamètre de son noyau est doublé ou triplé. Dans d'autres cas, des cellules géantes s'établissent par fractionnement répété du noyau : c'est ce que l'on observe dans les tumeurs des racines attaquées par l'*Heterodera radicicola* ; les cellules géantes ne sont pas pénétrées par le parasite lui-même. Les énormes kystes remplis de *Gladochytrium* dans la lèpre de la betterave peuvent être aussi comparés à des cellules géantes, bien qu'ils procèdent à la fois d'une hypertrophie et d'une fusion de cellules d'abord indépendantes.

Il nous semble que, si l'on voulait trouver en pathologie végétale l'équivalent des tumeurs malignes, on devrait le chercher plutôt dans ces excroissances douées de propriétés histologiques spéciales que dans les chancres où la proportion insolite des tissus n'entraîne aucune modification de leur structure élémentaire.

Eh bien, dans le chancre produit par le *Nectria ditissima*, on ne connaît aucune structure propre, aucun caractère histologique spécifique, qui permette de le distinguer d'un simple tissu cicatriciel ou d'une hyperplasie due à une irritation quelconque. Nous avons remarqué antérieurement que M. Bra n'avait pas démontré l'identité de structure des chancres provoqués et des chancres spontanés des arbres forestiers. Mais cette démonstration nous eût-elle été fournie, que nous n'en serions pas plus avancés pour dire si ces tumeurs ressemblent au chancre du *Nectria*, aux nodosités du puceron lanigère, aux suites d'un coup de grêle ou de toute autre irritation banale.

A tous égards les preuves tirées de la pathologie végétale sont dénuées de valeur.

IV. — EXAMEN DES PREUVES BOTANIQUES.

D'après le Dr Bra, le parasite du cancer est formé de deux ordres d'éléments : des sphérules et des cellules cylindriques.

Les sphérules au début ont une couleur jaune-vert clair ; la masse centrale est homogène et se colore uniformément ; la membrane, à simple ou double contour, ne prend pas la couleur. Les sphérules mesurent de 3 à 12 μ . et au delà.

Ces sphérules donnent naissance par voie endogène à des spores. Ces spores sont expulsées au milieu d'une matière gélatineuse qui les agglutine et la sphérule arrive à se vider et à être réduite à une enveloppe gaufrée. Le contenu est parfois réduit à une bande en forme de croissant relégué contre un point de la membrane. Cette figure, que l'auteur attribue à une évacuation incomplète du contenu, rappelle les corps falciformes des coccidies et aurait pu être, d'après M. Bra, une source de confusion de la part des auteurs qui cherchent des Sporozoaires dans le cancer. Des dessins publiés dans la Presse médicale, comme des préparations que M. Bra m'a montrées, il résulte évidemment que cet aspect est dû à la rétraction artificielle d'un protoplasme mal fixé. Les spores sont des corpuscules ronds, de 1 μ . environ, ou de petits bâtonnets divisés et donnant l'impression de diplocoques encapsulés.

Les cellules cylindriques ou conidies mesurant en moyenne 6 μ . sur 2, émettent des filaments qui se ramifient, se feutrent en faisceaux denses et produisent de nouvelles conidies rondes ou intercalaires.

Les sphérules avec leurs spores endogènes d'une part, les filaments avec les conidies d'autre part sont des formations absolument indépendantes. Jamais on n'a constaté de continuité entre elles ; on peut même obtenir des cultures de sphérules exemptes de conidies cylindriques et de filaments mycéliens et *vice versa*. M. Bra admet pourtant que les deux formes sont constamment mélangées dans les vieilles cultures et qu'elles appartiennent à un même parasite. Les tiges de chou sont le milieu le plus favorable à la production des conidies et des filaments ; le bouillon de mamelle s'y prête également quand on l'additionne d'extrait de peau.

Toutes les cultures de M. Bra étaient d'un gris blanchâtre ou jaunâtre au début ; mais à un moment donné elles peuvent prendre une belle teinte rose. Cette teinte est attribuée aux spores contenues primitivement dans les sphérules et colorées en rouge rubis. Cette succession s'accomplit dans les milieux où dominent les éléments filamenteux comme dans ceux où les sphérules s'ob-

servent à l'état de pureté. Les sphérules seraient donc la fructification normale, marquant une période de maturité plus ou moins précoce selon les cas. Il est pourtant certain que les sphérules ont une végétation indépendante. Non seulement on ne les voit pas en continuité avec les filaments, mais elles se suffisent à elles-mêmes ; elles se multiplient par bourgeonnement à la manière des levures. J'ai pu montrer à M. Bra ces formes bourgeonnantes dans ses propres préparations de cultures en bouillon et dans ses coupes d'une nodosité sous-cutanée d'un lapin inoculé. Il n'a pas tardé à reconnaître le bien fondé de ma remarque et à la confirmer par ses observations personnelles. « Il résulte de nos observations les plus récentes, dit-il¹, que, dans quelques cultures et dans certaines tumeurs, les sphérules du champignon humain peuvent aussi bourgeonner à la façon des levures. »

Les descriptions de M. Bra résumées dans les lignes qui précèdent ont été confirmées par M. J. Chevalier, même sur les points les plus surprenants, avec une telle précision qu'on croirait leurs articles calqués l'un sur l'autre. La seule divergence porte sur la liquéfaction de la gélatine, affirmée par M. Bra, niée par M. Chevalier. La résistance extraordinaire du parasite aux actions les plus délétères est confirmée. « Les spores résistent pendant une demi-heure au moins à la température de l'autoclave, robinet ouvert » disait M. Bra. L'ébullition à 100° pendant dix minutes ne tue pas les spores, affirme M. Chevalier.

Le bouillon de mamelle de vache et le chou jouent un rôle aussi important dans le choix des milieux de culture. Les cultures sur tous les milieux sont blanchâtres ou grisâtres avant de passer au rose. La coloration rosée est due aux spores sorties des sphérules, qui se disséminent dans le liquide. Cette coloration ne se montre jamais dans les cultures faites à l'abri de la lumière.

Au microscope, le champignon retiré du bouillon de mamelles offre des sphérules à divers états de développement, des spores et des conidies ; le champignon cultivé sur chou présente des formes mycéliennes soit stériles, « soit au contraire fécondes, avec des conidies à l'intérieur, et ramifiées à leurs extrémités donnant naissance à des conidies rondes ou elliptiques... Dans toutes les cultures un peu vieilles, les deux formes sont réunies. » Les conidies

1. *Comptes rendus de l'Acad. des sciences, loc. cit.*, 10 juillet 1899.

mesurant 6 μ sur 2 se rencontrent aussi dans le sang des cancéreux, comme l'a dit M. Bra ; les spores sont des corpuscules d'un rouge rubis, tantôt ronds, tantôt de forme bacillaire. La sphérule vidée conserve aussi de temps en temps un croissant de matière colorable.

Tous ces détails étaient communiqués à l'Académie des sciences le 23 mai 1899, trois mois après l'apparition du travail de M. Bra dans la Presse médicale. Trois semaines plus tard, à la suite d'une vérification en commun, M. Chevalier publie une nouvelle note pour annoncer l'identification complète du parasite de M. Bra et du sien. « Ce résultat, ajoute-t-il, confirme très heureusement nos travaux faits séparément. »

Comme il résulte des descriptions précédentes, le champignon de M. Bra possède une variété de formes que l'on n'est pas habitué à rapporter à une seule espèce. Prises isolément, ces formes se superposeraient sans peine à quelqu'un des nombreux organismes trouvés dans le cancer et considérés avec plus ou moins de vraisemblance comme liés à la production du mal. M. Bosc¹ signale des formes microbiennes représentant, à s'y tromper, un diplocoque encapsulé ; il les rattache à l'évolution d'une coccidie, comme M. Bra rattache, à titre de spores, des productions semblables à un champignon. Les sphérules bourgeonnantes ne diffèrent pas des Blastomycètes, dont le rôle dans la pathogénie du cancer est mis en honneur par Sanfelice et l'école italienne. Les formes filamenteuses ont été signalées à plusieurs reprises et, pour me borner au travail le plus considérable et le plus récent, je citerai M. Josef Kremer² de Vienne, qui a soutenu l'existence de deux espèces d'*Aspergillus*, l'une dans le carcinome, l'autre dans le mélanosarcome. Ces parasites végétaient aussi bien sous forme de levure bourgeonnante que sous forme filamenteuse. L'auteur prétend même qu'un appareil conidien d'*Aspergillus*, trouvé dans une préparation de tissu frais de carcinome, s'était développé dans la tumeur. Ces champignons ont donc une grande analogie avec celui de M. Bra, mais ils en diffèrent par la coloration des cultures aussi bien que par l'absence des spores endogènes rouge rubis.

1. BOSC. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 21 février 1898.)

2. J. KREMER, « Ueber das Vorkommen von Schimmelpilzen bei Syphilis, Carcinom und Sarkom ». (*Centralblatt für Bakteriologie*, 1896, XX, p. 63-85.)

Pour trouver un polymorphisme d'une ampleur comparable à celle du champignon dont nous nous occupons, il faut reculer d'un tiers de siècle et tirer de l'oubli les sensationnelles découvertes de Hallier sur les champignons de la diphtérie ou du choléra. Afin de ne pas m'exposer à adapter la traduction aux besoins de la cause, je transcrirai le résumé publié en 1881 par J. Arnould¹ : « Il avait d'abord constaté, dans les selles vieilles de choléra, des corpuscules sphériques ou allongés... Il les appelle *Micrococcus*... Il fait venir le micrococcus des spores typiques, qui se résolvent en ces corpuscules par sectionnement de leur protoplasma, avec ramollissement ou rupture de la membrane cellulaire. Sous des conditions déterminées, les micrococcus se développent à leur tour, en spores, en rangées de spores et en champignons parfaits. Dans la matière examinée se trouvaient aussi des spores caractéristiques de champignons, de forme ronde ou ovale, quelquefois en courtes rangées linéaires ; puis des vésicules sphériques, que Hallier appelle des « cystes », remplies de corpuscules brillants, jaunâtres, qui sont pour lui des spores. Des cultures sur du sucre, la colle d'amidon, la viande, à des températures variables jusqu'à 43°, lui donnèrent après un certain temps une multiplication de ces mêmes éléments et une série de champignons parfaits : *Oidium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Tilletia*, parmi lesquels on revoyait toujours les cystes avec leurs spores. »

Le *Nectria ditissima* a été décrit avec beaucoup de soin par les frères Tulasne². C'est un Pyrénomycète dont l'appareil végétatif était connu seulement à l'état de filaments. Comme beaucoup de ses congénères, il possède un remarquable polymorphisme des organes reproducteurs. Outre les petits périthèces rouges qui naissent en groupe sur la surface mortifiée des branches chancreuses et qui contiennent des asques à spores biloculaires, pâles, lisses, il donne des conidies et des spermaties. Les spermaties sont des filaments arqués, d'une gracilité extrême, longs de 22 μ environ, incolores. Tulasne les trouvait plus rarement que les autres formes, des auteurs plus récents n'en parlent pas, en sorte que leur attribution au *Nectria* n'est pas absolument certaine. Il n'en est pas de même des conidies. Celles-ci sont remarquables par la grande variabilité de leur forme et de leurs dimensions : les unes sont

1. J. ARNOULD, *Nouveaux éléments d'hygiène*, 1881, p. 241.

2. TULASNE, *Selecta fungorum carpologia*, 1865, III, p. 73-75.

longuement cylindriques-fusiformes, arquées, obtuses aux deux bouts, subsessiles, prenant 6 ou 7 cloisons transversales à la maturité et atteignant 60-70 sur 5-7 μ ; on en trouve un plus grand nombre d'ovales ou ovales-oblongues, droites et indivises, portées sur de longs pédicelles; leur longueur tombe à 10 μ et même à 3,5. On rencontre, quoique plus rarement, les divers termes intermédiaires entre ces deux extrêmes. Les supports des conidies se serrent d'habitude pour former un coussinet dense à la surface des écorces, après avoir déchiré les assises superficielles pour faire éruption au dehors. La description de Tulasne a été confirmée dans ses traits essentiels par M. R. Hartig, et par les autres phytopathologistes.

Rien d'essentiel n'y a été ajouté jusqu'au jour où M. Bra a soumis ce parasite aux mêmes procédés de culture que le champignon du cancer. Des fragments de tumeurs végétales, empruntés aux essences les plus diverses, des périthèces, des conidies sont semés dans un bouillon de raisin sec, peptonisé à 15 pour 1,000. « Dans l'un et l'autre cas, indépendamment des conidies septées, incurvées et de toutes dimensions du *Vectria ditissima* et de ses tubes de germination, apparaissent, dès les premiers jours, dans les cultures, des spores rondes, mesurant 1 μ environ et agitées d'un mouvement brownien, puis des éléments globuleux de forme de levures, analogues aux sphérules du champignon que nous avons isolé des tumeurs cancéreuses humaines...

« Ces sphérules sont réfringentes, de couleur vert clair; elles sont arrondies, ovoïdes ou polyédriques. Elles ont une grande tendance à s'agglomérer. Elles se reproduisent le plus souvent par voie endogène et, dans quelques cas, par bourgeonnement. »

On reconnaîtra dans cette description des cultures du *Vectria* une grande analogie avec les descriptions des cultures du champignon humain. La ressemblance s'accroît, paraît-il, jusqu'à l'identité dans les cultures successives sur les milieux favorables à ce dernier, comme le bouillon de mamelle.

Je relèverai pourtant une différence, qui, selon les idées de M. Bra, doit être capitale : dans les premières cultures les spores rondes de 1 μ de diamètre sont apparues avant les sphérules, considérées jusqu'alors comme leur matrice. Les spores elles-mêmes ont-elles la coloration rouge-rubis donnée comme caractéristique ? Il n'en est pas question.

Avec son obligeance habituelle, M. Bra a bien voulu m'envoyer les préparations de ses cultures de *Nectria ditissima* sur milieu liquide (décoction de raisin sec ou de tiges de choux). Il m'assurait en même temps que les spores se trouvent, non seulement dans les sphérules rondes, mais encore dans les compartiments des conidies septées et dans les articles du mycélium. Je devais donc trouver les spores à la fois à l'intérieur des éléments du champignon et autour de ces éléments en liberté dans les préparations.

Quelques filaments et quelques conidies sont vides ou décomposés; les autres contiennent un protoplasme abondant, bien coloré par les réactifs, d'aspect granuleux. Les granulations peuvent avoir la taille d'un *Micrococcus*, mais elles s'en distinguent toujours par une dimension inconstante, par des contours mal arrêtés, l'absence évidente de membrane et la tendance à se fusionner au lieu de former des corps réguliers et bien circonscrits. Tout autres sont les corpuscules libres dans la préparation; leur simple apparence, lorsqu'on les examine avec un puissant objectif, les distingue entièrement des granulations protoplasmiques. Leur contour est net, parfois renforcé par une zone hyaline à la façon des diplocoques encapsulés, comme dit fort bien M. Bra. Leur groupement révèle d'emblée leur multiplication par scission; les uns sont sphériques, les autres bacillaires; mais dans une culture la première forme existait seule, dans une autre tous les corpuscules étaient allongés et parfois alignés en chaînettes. Une autre préparation montrait quelques globules bourgeonnants qui manquaient dans les précédentes. En présence de semblables complications, variant d'une culture à l'autre, je n'ai jamais hésité à considérer les cultures comme impures. Je ne puis donc, dans les préparations de M. Bra, attribuer au *Nectria ditissima* que les filaments et les conidies décrits par tous les mycologues. Les sphérules, les corpuscules sporiformes, sphériques ou bacillaires sont des bactéries ou des levures introduites accidentellement.

Je ne doute pas des soins apportés par M. Bra pour éviter toute contamination de ses cultures par les germes étrangers; mais je connais aussi la difficulté d'isoler à l'état de pureté les spores développées sur une tige malade, en lutte à toutes les injures de l'atmosphère. Je suis donc convaincu que les germes des impuretés ont été introduits avec la semence.

Toute l'argumentation de M. Bra repose sur ces organes communs trouvés dans le parasite du cancer et dans les cultures du *Nectria dilissima*, sur ces corpuscules semblables aux bactéries engendrés principalement dans des sphérules. Or l'existence de ces organes chez le *Nectria* est contestable ou plutôt elle n'est appuyée que sur une interprétation erronée. Les conditions de leur apparition chez le champignon du cancer sont très énigmatiques; elles sont en effet en contradiction avec les données actuelles de la botanique, car les vues de Hallier sont depuis longtemps reléguées au rang des fables. L'étude de ce parasite demandait donc à être reprise complètement.

V. — LE PARASITE DE M. BRA EST UN BLASTOMYCÈTE.

J'ai pu poursuivre cette étude, comme je l'ai mentionné plus haut, grâce à l'obligeance de M. Bra qui m'a apporté, au mois de juin dernier, une culture vivante de son champignon sur gélose. Ce champignon, quoique jeune, formait des coussinets d'un rose très pur. Au microscope, il était formé uniquement de globules en partie bourgeonnants, dans lesquels on n'apercevait aucune formation endogène. La coloration n'était donc pas due à des spores, mais au pigment formé par le protoplasma granuleux de l'appareil végétatif levuriforme.

En partant de cette origine authentique, j'ai multiplié les cultures sur les milieux solides et sur les milieux liquides, chou, carotte, betterave, pomme de terre, gélose, gélatine, décoction des légumes précédents, bouillon artificiel de Gedoëlst, etc. Ce dernier milieu s'est montré particulièrement propice; mais abstraction faite de quelques variations dans le poids de la récolte, le résultat s'est montré singulièrement uniforme, tant par les caractères extérieurs des cultures que par la structure du champignon étudié au microscope. La gélatine, additionnée de 2 p. 100 de peptone et d'autant de glycose, s'est pourtant montrée moins favorable que les autres aliments. En piqûre ou en strie, la culture est chétive et, pendant plusieurs jours, sa couleur se distingue à peine du fond jaunâtre de la gélatine. Quand elle s'épaissit davantage le centre devient franchement rose. Je n'ai pas observé la liquéfaction de la gélatine. Dans tous les autres milieux, la couleur rose a été facile à constater dès que la poussée a été appréciable

à l'œil nu. Elle a été aussi intense dès le début dans les milieux liquides ou solides, en plein jour ou à l'obscurité, à la température du laboratoire ou à l'étuve. La végétation est très rapide vers 30°, lente à 10°; mais le temps perdu est toujours rattrapé et les cultures acquièrent le même développement envahissant, pourvu qu'elles gardent l'humidité nécessaire. La couleur, assez pâle au début, devient très intense à la longue. Les vieilles cultures sont tout à fait rouge framboise. Entre les unes et les autres je n'ai pas saisi de différence de nuance; seule l'intensité progresse avec l'âge. La culture sur pomme de terre fait seule exception. La couleur framboise se maintient dans les colonies qui se dessèchent rapidement; mais dans celles qui restent humides et végètent longuement, elle vire rapidement au brun et prend une teinte marron très franche.

Sur les milieux solides, la surface est faiblement humide, avec un éclat assez vif. La carotte porte de superbes cultures qui, à la longue, se plissent à la surface. L'aspect sur le chou n'a rien de particulier. Sur gélatine la surface devient grenue.

Dans les liquides il se forme un très abondant dépôt pulvérulent peu adhérent. Le liquide reste transparent. Il ne se forme pas de voile proprement dit; pourtant un dépôt annulaire assez puissant se forme autour de la surface dans certaines cultures. Le dépôt est entièrement coloré en rouge comme l'enduit des milieux solides. Il est identique dans les bouillons animaux et dans les décoctions végétales.

La matière colorante se conserve inaltérée dans l'alcool; l'eau ne semble pas non plus la dissoudre; une solution de formol, même très faible, décolore à la longue le dépôt cryptogamique.

A l'examen microscopique, l'uniformité est plus grande encore, car les cellules diffèrent tout au plus par leurs dimensions sur les divers milieux. Elles sont en général plus petites dans les liquides que sur les solides. Mais pour la forme et le groupement, nous les retrouvons identiques sur tous les milieux. C'est une levure elliptique, mesurant: ici 4 μ sur 2, là 6,5 sur 4,3. Quelques éléments s'allongent, particulièrement sur les milieux solides (carotte, gélose, etc.), et prennent la forme de boudins trois, quatre fois plus longs que larges mais arrondis aux deux bouts comme les globules ordinaires de levures; parfois l'article allongé est renflé à un bout et atténué à l'autre: il a au microscope l'aspect d'un cerf-

volant. Sur le chou, je n'ai pas vu d'éléments plus allongés qu'ailleurs et rien qui puisse être considéré comme un mycélium.

On trouve la modification inverse quand les globules s'arrondissent. Il en est de parfaitement sphériques. Cette forme s'observe souvent dans un élément qui vient de bourgeonner; alors une grosse vacuole le dilate du côté opposé au bourgeon et le protoplasme est refoulé en calotte vers la base de la jeune cellule; dans ce cas l'aspect de croissant signalé par M. Bra est réalisé naturellement sans artifice de préparation. Dans les vieilles cultures on trouve beaucoup de membranes vides et le champ est rempli d'une masse granuleuse formée aux dépens des cadavres de levures; mais on ne distingue pas une seule granulation définie, ressemblant à un micrococcus ou à une spore.

D'autres globules grossissent, s'entourent d'une paroi épaisse, stratifiée, s'exfoliant parfois par lambeaux. Ces chlamydo-spores, répandues dans les vieilles cultures en milieu solide ou liquide mesurent 10 μ et davantage. Comme les globules végétatifs, elles ont une surface lisse.

Les bourgeons peuvent rester longtemps adhérents à la cellule-mère, bourgeonner à leur tour et devenir ainsi les membres d'une colonie. Les groupes de 3-8 cellules sont fréquents dans tous les milieux. Leur agencement est variable; cinq, six cellules peuvent rester unies en files linéaires, généralement arquées parce que les bourgeons ne sortent pas exactement au sommet; mais on voit aussi souvent des formes buissonnantes et même rayonnant dans plusieurs directions. La direction de croissance n'est pas définie. Dans ces chaînettes les articles sont souvent séparés par une sorte d'anneau membraneux persistant comme un petit apicule après la déhiscence. Quand les articles sont elliptiques-allongés et disposés en lignes, il suffit d'une fixation défectueuse pour leur donner un aspect approchant de celui des filaments mycéliens. Cette illusion est facile à éviter.

Le champignon que je dois à l'obligeance de M. Bra a donc l'appareil végétatif bourgeonnant des levures; par son mode de développement c'est un Blastomycète. Cette conclusion semblera intéressante si l'on songe que ce groupe est actuellement en meilleure posture que tous ses concurrents au titre d'agent des tumeurs malignes. Pourtant sa couleur, qui nous a apparu d'une grande constance, l'oppose aux Blastomycètes isolés du cancer et à ceux

dont l'inoculation a déterminé des lésions plus ou moins comparables aux tumeurs malignes. Nous ne voulons pas en conclure qu'il est moins redoutable que les autres, car si la théorie qui fait des Blastomycètes les producteurs du cancer vient à triompher, il semble dès à présent que plusieurs espèces devront se partager la palme ; les dernières venues ne seront peut-être pas les moins appréciées. Je n'ai donc aucune raison pour contester le rôle pathogène assigné par M. Bra à son champignon parce que c'est un Blastomycète ; je crois plutôt que cette découverte ne peut qu'élargir le débat et l'éclairer d'autant.

Si cette espèce n'a pas été mentionnée dans les recherches concernant le cancer, je ne la crois pas pourtant inédite. Je suis porté à l'identifier avec le *Saccharomyces ruler* Demme.

Ce dernier offre la même couleur de framboise, apparaissant tardivement sur gélatine ; il y forme une culture saillante comme une tête de clou. Au début, la gélatine n'est pas liquéfiée ; mais cette transformation s'opère à la longue, au bout de 8 mois d'après M. Demme, en 2 mois seulement selon M. Casagrandi. La liquéfaction est peut-être accélérée par des circonstances accessoires tenant, soit à la nature du milieu (hydratation, chaleur, richesse alimentaire), soit à la végétation antérieure de la levure. Puisque le délai de 8 mois a pu être réduit à deux, il n'est pas impossible qu'il soit réduit encore davantage. Ainsi s'expliquerait la contradiction des résultats de MM. Bra et Chevalier, l'un disant que le champignon liquéfie la gélatine, l'autre qu'il n'en modifie pas la consistance.

Je n'ai pas observé la fermentation alcoolique ; sur ce point je suis d'accord avec M. Casagrandi. M. Demme avait vu cette propriété se perdre par des cultures successives en milieux de plus en plus alcalins. Conformément aux conclusions de M. Casagrandi, la capacité de faire fermenter les sucres est donc inconstante dans cette espèce.

Le rapide développement sur agar glycosé ou glycérimé, sur pomme de terre, etc., la température optima de 18°-22° C, la dimension des cellules et jusqu'à la résistance à une ébullition prolongée pendant huit à dix minutes sont des propriétés qui rapprochent le *S. ruber* du champignon de M. Bra.

Le *Saccharomyces ruber* pourrait bien être un parasite de l'homme et des animaux supérieurs. Il n'a pas été constaté dans

les tissus¹; mais il a été isolé du lait de vache, de l'urine d'un homme atteint de diabète et des selles diarrhéiques d'enfants nourris de lait mal cuit. Il se développe également sous forme d'un enduit rouge dans les fentes des seaux de bois qui servent à recueillir le lait. M. Demme l'a trouvé d'autre part sur des feuilles sèches de hêtre employées comme litière. Il provient donc probablement des débris végétaux.

Les recherches expérimentales de M. Demme (1889) et surtout de M. Casagrandi (1898) ont établi son pouvoir pathogène. Introduit dans le tube digestif, il provoque des symptômes de gastro-entérite, mais seulement en présence du lait. Ce n'est pas par sa végétation mais par la décomposition du lait qu'il développe des principes toxiques. Son inoculation sous-cutanée ou intra-péritonéale provoque la formation de tubercules à contenu puriforme. Divers Blastomycètes injectés en vue de produire des tumeurs malignes n'ont pas donné d'autre résultat. Le champignon de M. Bra provoque, au moins dans certains cas, des phénomènes analogues. Bien que l'étude expérimentale du *S. ruber* n'ait pas été poussée bien loin, les premiers résultats présentent, avec ceux de l'inoculation du champignon de M. Bra, une concordance suffisante pour confirmer l'assimilation que nous avons proposée d'après l'aspect du champignon et des cultures.

Le *Saccharomyces ruber* n'a pas encore trouvé une place définitive dans la systématique, puisqu'on ne lui connaît pas de spores endogènes. En l'absence de ces organes, il est même abusif de le classer dans le genre *Saccharomyces*. Comme les espèces dépourvues d'organes reproducteurs définis, il doit être maintenu dans le genre provisoire *Cryptococcus*. Mais ce caractère négatif, aussi bien que sa végétation bourgeonnante, l'oppose aux *Nectria*, dotés d'un luxe remarquable d'appareils sporifères et végétant sous forme filamenteuse.

On ne peut imaginer un contraste plus frappant que celui d'une culture de *Cryptococcus ruber* placée à côté d'une culture de *Nectria* sur des milieux identiques, dans la même étuve. Ici un enduit rose, là un duvet incolore si le milieu est solide; ici un dépôt pul-

1. Le *Cryptococcus cavicola*, rencontré par Stephen Artault dans les cavernes pulmonaires d'un tuberculeux, offre des analogies avec cette espèce; mais sa description n'est pas suffisamment détaillée pour permettre une identification. Certains détails semblent même la rendre improbable.

véruent rouge, là des flocons incolores suspendus dans la solution. L'opposition des caractères microscopiques n'est pas moins frappante si l'on élimine les impuretés communes qui peuvent masquer les caractères propres, sans pourtant les supprimer, tant qu'il reste un élément du champignon primitif. Il est très intéressant d'examiner des coupes de la gélose qui a étéensemencée d'une part avec le *Cryptococcus* de M. Bra, de l'autre avec un *Nectria*. Celle-ci est traversée de part en part par un riche mycélium ramifié ; celle-là est revêtue d'un enduit tout extérieur ; ça et là pourtant des éléments pénètrent dans le milieu, mais ne dépassent pas la couche superficielle ; ils sont représentés par une grappe de cellules elliptiques ou même tout à fait sphériques. Quelques-uns se sont allongés en boudin. C'est le suprême effort que peut faire cette espèce pour se frayer un chemin à travers le milieu où l'autre évolue avec autant d'aisance qu'à la surface. Le buisson le plus pénétrant que j'aie observé n'avait atteint qu'une profondeur de 55 μ ou un dix-huitième de millimètre.

Par ses caractères botaniques, par son mode de végétation, par son pouvoir de pénétration, le champignon isolé du cancer par M. Bra est aux antipodes du champignon des chancres des arbres. On imaginerait difficilement deux espèces de champignons plus opposées par leurs propriétés morphologiques et biologiques.

VI. — CONCLUSIONS.

Le parasite considéré par M. Bra comme agent du cancer est le *Cryptococcus ruber* (Demme). Sa multiplication est assurée par le bourgeonnement, sa conservation par l'enkystement. Les chlamydospores résultant de l'enkystement sont de simples globules levuriformes modifiés par adaptation. On ne connaît pas, dans cette espèce, d'organes reproducteurs spéciaux. Elle rentre donc dans la catégorie provisoire des Blastomycètes, c'est-à-dire des champignons bourgeonnants sans organes reproducteurs bien définis (ce nom est le pendant d'Hyphomycètes ou champignons filamenteux).

Le *Cryptococcus ruber* est pathogène pour les animaux ; son action nocive est entravée par l'injection préventive de ses produits de culture. Ces deux points sont établis par M. Bra et confirmés par des expériences exécutées sous mes yeux. Je n'ai pas

à me prononcer sur l'analogie admise par M. Bra entre la maladie produite par le *Cr. ruber* et le cancer.

L'action spécifique du *Cr. ruber* sur les arbres ne repose sur aucune preuve. Dans la nature le champignon vit sur les feuilles mortes et le vieux bois.

Le *Nectria ditissima*, parasite des arbres feuillus, et l'un des agents des chancres végétaux, est un Hyphomycète par son appareil végétatif; le contraste avec le *Cr. ruber* est complet sur les points où la comparaison est possible. En outre, le parasite des arbres présente des fructifications définies qui manquent au parasite des animaux et qui marquent sa place définitive parmi les Ascomycètes.

L'identification du parasite isolé du cancer par M. Bra avec le parasite du chancre des arbres est fautive.

Les travaux de M. Bra n'apportent donc pas à la théorie du Dr Fiessinger l'appui que cet auteur en attendait.

Les autres agents connus des tumeurs végétales ne ressemblent pas davantage au *Cr. ruber*, ni aux autres parasites considérés antérieurement comme agents du cancer.

L'existence d'un agent commun aux maladies végétales et aux tumeurs malignes de l'homme n'est appuyée sur aucune preuve exacte.

La contagion du cancer de la plante à l'homme est une hypothèse toute gratuite,